

Sebaran Fraksi Sedimen Dasar Permukaan di Perairan Pantai Pulau Topang Provinsi Riau

Hade Mulyadi¹, Mubarak², Dessy Yoswaty²

¹Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau

²Dosen Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau

Abstract: A study was conducted in december 2013 in coastal waters Topang Island Riau Province, with a view to learn the environmental conditions under the deposition of oceanography and physics. The method used is a method of surveys carried out at 12 stations without repetition and 2 times repetition on calculations of the quality of the waters .The results of research shows that bottom sediment surface waters can be grouped into three faction sediment is sandy mud , muddy sand and sand .Sand faction dominating at any research station with type 2 is sand and muddy sand .Based on the parameter of sediment as the diameter of average (M_z), sorting (δ), skewness (Sk_1) and kurtosis (KG), physical oceanographic conditions in Western and Eastern parts of the island tend to be stable compared to the North and South. Current speed of surface affect the distribution of the bottom sediment surface.

Key words: bottom sediment surface., Coastal waters, Topang

Pulau Topang memiliki kawasan mangrove yang berfungsi sebagai pencegah abrasi dan pensuplai bahan organik. Kandungan organik yang masuk ke dalam perairan dapat dimanfaatkan oleh biota. Namun, seiring berjalannya waktu demi memenuhi kebutuhan ekonomi dan pengembangan usaha tambak serta perkebunan, tumbuhan ini banyak yang telah ditebangi.

Berbagai bentuk aktivitas di sekitar Pulau Topang memberikan dampak langsung terhadap perairan Pulau Topang yang berhadapan langsung dengan Selat Malaka. Semua material yang masuk ke dalam badan perairan akan dibawa menuju ke laut dan mengendap di dasar perairan. Hasil endapan material-material tersebut berupa material organik dan anorganik yang dikenal dengan istilah sedimen.

Proses pembentukan sedimen di perairan pantai selain dipengaruhi oleh gaya gelombang, juga ditentukan oleh aktivitas artifisial (manusia) yang ada di daratan. Pengaruh artifisial di sekitar pantai mempengaruhi sebaran fraksi sedimen karena aktivitas ini mensuplai *poorly sorted sediment*. (Rifardi,2008).

Sedimen laut terdiri atas material-material dari berbagai sumber. Sedimen laut berasal dari daratan dan hasil aktivitas biologi, dengan sedikit peranan vulkanogenik

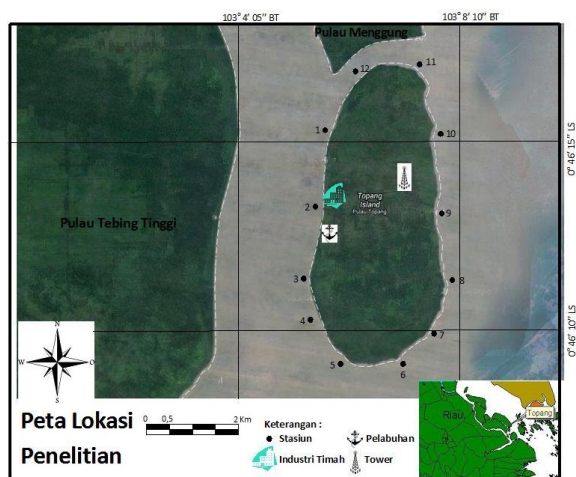
dan kosmik (Darmadi, 2010). Arus, gelombang dan aktivitas artifisial merupakan faktor penting yang mempengaruhi sebaran fraksi sedimen pada suatu perairan. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kondisi lingkungan pengendapan berdasarkan karakter sedimen dan oseanografi fisika di daerah pantai perairan Pulau Topang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan dengan menerapkan metode deskriptif dan dilaksanakan pada bulan Desember 2013. Pengukuran kualitas perairan dan pengambilan sampel sedimen dilakukan di 12 stasiun yang berjarak ± 300 meter dari daerah pantai mengelilingi Pulau Topang Provinsi Riau. (Tabel 1 dan Gambar 1)

Stasiun	Koordinat	
	N	E
1	0° 47' 21,9"	103° 05' 04,4"
2	0° 45' 47,5"	103° 04' 45,3"
3	0° 44' 21,5"	103° 04' 32,6"
4	0° 43' 45,5"	103° 04' 42,6"
5	0° 43' 01,8"	103° 05' 13,3"
6	0° 43' 06,4"	103° 06' 01,5"
7	0° 43' 43,6"	103° 06' 42,4"
8	0° 44' 12,5"	103° 06' 55,7"
9	0° 45' 47,5"	103° 06' 55,1"
10	0° 47' 21,9"	103° 06' 35,8"
11	0° 47' 57,9"	103° 06' 11,9"
12	0° 47' 54,3"	103° 05' 33,7"

Tabel 1. Koordinat Stasiun Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Lokasi titik sampling ditentukan secara *purposive* yang mewakili kondisi perairan Pantai Pulau Singkep yang dideskripsikan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Wilayah Sampling

Sampel sedimen dasar permukaan sebanyak sedimen permukaan sebanyak \pm 500 gram pada tiap stasiun dikemas dalam wadah plastic yang sudah diberi nomor, selanjutnya dibawa ke laboratorium Fisika Laut Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Penanganan sampel sedimen mengikuti prosedur yang merujuk pada (Rifardi, 2008a), yaitu analisis ukuran butir sedimen untuk fraksi pasir dan kerikil digunakan metode pengayakan basah, untuk fraksi lumpur dianalisis dengan metode pipet, adapun prosedurnya adalah sebagai berikut :

1. Pengeringan sampel pada cawan yang berisi sampel basah dikeringkan dalam oven 105°C (satu hari). Sampel ditimbang kemudian diberi larutan *hidrogen peroksida* 3-5 % secukupnya.
 - a. Prosedur pelaksanaan pengayakan basah (fraksi pasir dan kerikil)
 1. Dilakukan dengan menyaring sampel dengan ayakan 0,075 mm yang ditampung cawan besar bervolume lebih dari 1 liter. Usahakan yang tertampung 1 liter karena sampel ini akan digunakan untuk menganalisis fraksi lumpur.
 2. Gunakan ayakan yang berukuran 2 mm untuk memisahkan antara pasir dan kerikil. Sedimen yang tertahan dalam ayakan ini adalah

fraksi kerikil dan yang lolos adalah fraksi pasir. Penyaringan sedimen dengan ayakan dan penimbangan menurut ukuran butir. Ayakan disusun berdasarkan *mesh size* yang ada dalam fraksi pasir dengan *mesh size* terbesar berada pada tingkatan teratas dan seterusnya (0,85; 0,453; 0,25, 0,125; 0,075 mm).

b. Prosedur pelaksanaan metoda pipet (fraksi lumpur)

1. Sedimen yang lolos dari saringan 0,075 mm ditambahkan larutan *hidrogen peroksida* 3-5% kemudian diaduk dengan menggunakan tongkat pengaduk dan dibiarkan selama 1 hari agar partikel-partikel yang satu dengan yang lainnya dapat terpisah kemudian larutan diaduk dengan cara menutup mulut gelas ukur dengan telapak tangan dan di bolak-balik selama satu menit.
2. Larutan diambil dari gelas ukur sebanyak 20 ml dengan menggunakan pipet volume 20 ml untuk perhitungan Ø5, Ø6, Ø7 dan > Ø7. Pipet harus diberi tanda sesuai dengan kedalaman pengambilan sampel pada gelas ukur kemudian dimasukkan ke dalam cawan yang telah disediakan dan diberi label.
2. Fraksi kerikil, pasir dan lumpur dalam cawan dikeringkan dalam oven sampai kering.
3. Pencatatan berat komulatif seluruh kelompok butiran sedimen sampel ditimbang dan hasilnya dimasukkan dalam tabel perhitungan fraksi.

Hasil dari perhitungan pengayakan basah dan metoda pipet digabungkan dan didapat diameter rata-rata atau *mean size*, koefisien *sorting*, *skewness* dan *kurtosis* yang diperoleh dari metode grafik oleh Folk dan Ward dalam Rifardi (2001b). Perhitungan untuk masing – masing besaran mengikuti rumus berikut ini:

a. Mean Size (Mz)

$$\text{Mean size} = \frac{\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}}{3}$$

Klasifikasi :

- ϕ_1 : *coarse sand* (pasir kasar)
- ϕ_2 : *medium sand* (pasir menengah)
- ϕ_3 : *fine sand* (pasir halus)
- ϕ_4 : *very fine sand* (pasir sangat halus)
- ϕ_5 : *coarse silt* (lumpur kasar)
- ϕ_6 : *medium silt* (lumpur menengah)
- ϕ_7 : *fine silt* (lumpur halus)
- ϕ_8 : *very fine silt* (lumpur sangat halus)
- $>\phi$: *clay* (liat)

b. Sorting (δ)

$$\text{Sorting}(\delta) = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{4} + \frac{\phi_{95} - \phi_5}{6,6}$$

Klasifikasi :

- $<0,25$: *very well sorted* (terpilah sangat baik)
- $0,35-0,50$: *well sorted* (terpilah baik)
- $0,50-0,71$: *moderately well sorted* (terpilah)
- $0,71-1,0$: *moderately sorted* (terpilah sedang)
- $1,0-2,0$: *poorly sorted* (terpilah buruk)
- $>2,0$: *very poorly sorted* (terpilah sangat buruk)

c. Skewness (Sk1)

$$\text{Skewness}(\text{Sk1}) = \frac{(\phi_{84} + \phi_{16} - 2\phi_{50})}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} - \frac{(\phi_{95} + \phi_5 - 2\phi_{50})}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$

Klasifikasi:

- $+1,0$ s.d $+0,3$: *very fine skewed*
- $+0,3$ s. d $+0,1$: *fine skewed*
- $+0,1$ s.d $-0,1$: *near symmetrical*
- $-0,1$ s.d $-0,3$: *coarse skewed*
- $>-0,3$: *very coarse skewed*

d. Kurtosis (KG)

$$\text{Kurtosis}(\text{KG}) = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$

Klasifikasi :

- $<0,67$: *very platycartie*
- $0,67 - 0,90$: *platycartie*
- $0,90 - 1,11$: *mesocartie*
- $1,11 - 1,50$: *leptocartie*
- $1,50 - 3,00$: *very leptocartie*
- $>3,00$: *extremely leptocartie*

HASIL

Pengamatan dan pengukuran kualitas perairan lokasi penelitian pada saat pengambilan sampel berguna untuk memberikan gambaran kondisi perairan pada saat sampling dilakukan. Parameter kualitas perairan yang diukur dalam penelitian ini adalah suhu, salinitas, pH, kedalaman, kecepatan dan arah arus yang diukur 2 kali yaitu pada saat pasang dan pada saat surut. Hasil pengukuran kualitas perairan Pulau Topang dapat dilihat pada Tabel 2.

Kecepatan arus permukaan yang terjadi di Pulau Topang pada saat pasang dan surut ditemukan berbeda. Kecepatan arus permukaan pada saat pasang berkisar antara $0,15 - 0,53$ m/s. Kecepatan arus permukaan tertinggi pada saat pasang terletak pada stasiun 12 yaitu $0,5$ m/s dan terendah $0,15$ m/s pada stasiun 2. Kecepatan arus permukaan pada saat surut berkisar antara $0,36 - 0,90$ m/s. Kecepatan arus permukaan tertinggi pada saat surut terletak pada stasiun 1 yaitu $0,9$ m/s dan terendah $0,36$ m/s pada stasiun 4.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Rata – Rata Parameter Kualitas Perairan

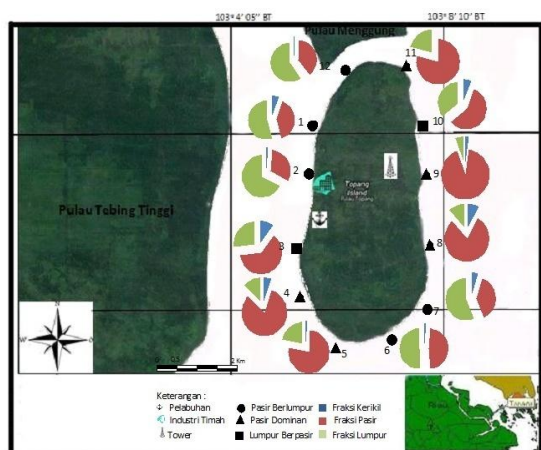
ST	Suhu (°C)	Kecepatan Arus (m/s)		pH	Salinitas (‰)	Kedalaman (m)
		Pasang	Surut			
1	29,90	0,25	0,90	6	18	9,5
2	31,80	0,15	0,71	6	16,5	6,9
3	27,90	0,29	0,41	6,5	18,5	10,6
4	28,55	0,43	0,36	6	19	5,1
5	28,05	0,35	0,51	7	17,5	13,6
6	29,00	0,28	0,79	6,5	18,5	14,5
7	27,90	0,31	0,61	6,5	19	5,8
8	26,80	0,37	0,55	6	17	8,9
9	23,5	0,35	0,71	6	18,5	3,7
10	27,25	0,35	0,63	6,5	19	2,9
11	28,30	0,22	0,61	6,5	19	4,1
12	31,25	0,53	0,58	6	17	13,9

Fraksi Sedimen Permukaan. Hasil analisis fraksi sedimen pada masing-masing stasiun di perairan Pulau Topang terdiri atas tiga jenis fraksi sedimen sedimen yaitu kerikil, lumpur, dan pasir. Fraksi pasir dominan dan pasir berlumpur mendominasi dengan jumlah stasiun yang sama pada perairan Pulau Topang. Persentase fraksi sedimen di perairan Pulau Topang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Fraksi dan Tipe Sedimen di Perairan Pulau Topang.

Stasiun	Fraksi Sedimen (%)			Tipe Sedimen
	Kerikil	Pasir	Lumpur	
1	5,26	40,35	54,39	Lumpur Berpasir
2	0,99	31,68	67,33	Lumpur Berpasir
3	10,54	62,68	26,78	Pasir Berlumpur
4	4,96	82,13	12,90	Pasir
5	0,83	77,27	21,90	Pasir
6	1,22	47,97	50,81	Lumpur Berpasir
7	5,29	38,10	56,61	Lumpur Berpasir
8	7,91	80,29	11,80	Pasir
9	2,28	91,82	5,90	Pasir
10	6,03	58,19	35,78	Pasir Berlumpur
11	0,35	79,02	20,63	Pasir
12	0,82	39,09	60,08	Lumpur Berpasir

Hasil analisis fraksi sedimen menunjukkan bahwa fraksi lumpur berpasir dan pasir mendominasi pada lokasi penelitian. Sebaran fraksi sedimen pada setiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran Fraksi Sedimen di Perairan Pulau Topang

Parameter Sedimen Permukaan. Beberapa parameter sedimen permukaan dasar perairan Pulau Topang yang diukur meliputi *mean*

size (M_z), nilai *sorting* (δ), *skewness* (Sk_1) dan *kurtosis* (KG).

Tabel 4. Nilai Parameter Sedimen Dasar Permukaan

Stasiun	$M_z (\phi)$	δ_1	Sk_1	KG
1	4,33	2,32	5,29	0,87
2	4,80	1,84	1,55	0,74
3	3,27	1,86	0,80	1,06
4	2,63	1,91	-0,03	1,78
5	3,33	1,67	-3,92	1,64
6	4,07	2,14	-0,14	0,71
7	4,10	2,20	4,49	0,83
8	2,13	1,72	-5,77	1,25
9	2,77	1,04	2,57	1,33
10	3,33	2,30	-1,48	1,00
11	2,80	1,32	-5,72	1,39
12	4,70	1,84	1,16	0,71

Bahan Organik. Analisis bahan organik sedimen dari lokasi penelitian memiliki persentase sangat rendah yang berkisar antara 0,003 – 0,175%. Persentase masing-masing stasiun dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Persentase Kandungan Bahan Organik.

Stasiun	Bahan Organik (%)
1	0,018
2	0,053
3	0,013
4	0,020
5	0,014
6	0,007
7	0,175
8	0,013
9	0,003
10	0,018
11	0,006
12	0,030

PEMBAHASAN

Sedimen permukaan dasar perairan Pulau Topang dapat dikelompokkan menjadi tiga fraksi sedimen yaitu lumpur berpasir, pasir berlumpur, dan pasir. Fraksi pasir mendominasi pada setiap stasiun di lokasi penelitian dengan 2 tipe sedimen yaitu pasir dan pasir berlumpur.

Sebelah Barat Pulau Topang cenderung memiliki sebaran fraksi lumpur berpasir, diduga karena sebelah Barat Pulau Topang adalah perairan sempit mengakibatkan lemahnya kecepatan arus sehingga partikel sedimen yang tersebar didominasi oleh fraksi lumpur. Sebaliknya sebelah Timur Pulau Topang yang

merupakan laut lepas memiliki kecepatan arus lebih kuat cenderung memiliki sebaran fraksi pasir. Sebelah Utara dan Selatan Pulau Topang cenderung memiliki sebaran fraksi pasir dan lumpur berpasir. Arus dan gelombang merupakan faktor utama yang menentukan arah dan sebaran sedimen (Rifardi, 2010). Tipe sedimen pasir merupakan endapan sedimen yang paling banyak ditemui di daerah penelitian, tersebar di sekeliling pulau kecuali sedikit bagian barat dan timur Pulau Topang. Kedalaman perairan dan kecepatan arus pasang surut yang kuat mengakibatkan kecepatan fraksi pasir untuk mengendap lebih besar, karena arus yang kuat ditandai dengan jenis fraksi sedimen yang kasar.

Diameter Rata-rata Sedimen (Mean Size). Berdasarkan hasil perhitungan nilai diameter rata-rata (M_z) sedimen permukaan dasar perairan Pulau Topang berkisar antara \varnothing 2,13 – 4,8 dengan kasifikasi fine sand, very fine sand dan coarse silt.

Sebelah Barat dan Selatan Pulau Topang memiliki kecepatan arus permukaan yang lemah jika dibandingkan dengan sebelah Timur dan Utara Pulau, tetapi cenderung memiliki kelas ukuran pasir kasar (*coarse silt*), kawasan ini diduga memiliki arus bawah laut dan kekuatan arus (aliran *transport*) yang kuat pada dasar perairan, terdiri dari kawasan pemukiman, industri timah, abrasi dan aktivitas jaring nelayan. Kekuatan arus (aliran *transport*) diduga mempunyai pengaruh yang lebih besar pada pola kelas ukuran sedimen, selain salinitas yang lebih. Diameter rata-rata (M_z) dan diameter tengah (M_d) sedimen adalah ukuran partikel sedimen yang berguna untuk menggambarkan : 1) perbedaan jenis, 2) ketahanan partikel terhadap *weathering*, 3) proses transportasi dan pengendapan (Rifardi, 2008b). Kelas ukuran pasir halus (*fine sand*) ditemui pada 4 stasiun yang merupakan kawasan abrasi yang cukup parah. Penyebaran kelas ukuran lumpur kasar tersebar bagian barat laut sampai barat pulau dan sedikit pada bagian tenggara pulau. Ukuran pasir halus tersebar pada sebagian kawasan barat pulau dan sedikit pada bagian barat daya dan timur laut sedangkan untuk kelas ukuran pasir sangat halus tersebar

sedikit pada bagian barat, selatan dan timur laut pulau.

Nilai Sorting (δ). Berdasarkan hasil perhitungan nilai sorting sedimen permukaan dasar Pulau Topang berkisar antara \varnothing 1,04 – 2,32, dengan klasifikasi terpilah buruk (*poorly sorted*) – terpilah sangat buruk (*very poorly sorted*).

Nilai sorting atau standar deviasi merupakan gambaran dari sebaran ukuran butir sedimen (Allen, 1985). Rifardi (2008b) menambahkan bahwa sorting mengindikasikan tingkat kestabilan kondisi oseanografi di lingkungan pengendapan.

Sebelah Barat dan Timur dan Utara Pulau Topang cenderung menggambarkan kondisi oseanografi yang tidak stabil, terlihat dari pengukuran nilai sorting yaitu terpilah buruk (*poorly sorted*). Pengukuran kecepatan arus permukaan juga menunjukkan perbedaan nilai pada saat pasang dan surut. Lingkungan pengendapan yang mempunyai sedimen *poorly sorted*, maka kekuatan arus dan gelombang yang bekerja pada perairan tersebut tidak stabil, pada masa tertentu kekuatan arus dan gelombangnya besar dan pada masa lain lemah (Duxbury *et al*, 2002).

Nilai sorting pada bagian Selatan Pulau Topang cenderung menggambarkan kondisi yang berbeda, yaitu pada bagian yang mengarah ke Barat Daya tergolong terpilah buruk (*poorly sorted*) dan yang mengarah ke Tenggara Pulau Topang tergolong terpilah sangat buruk (*very poorly sorted*). Kondisi yang berbeda ini diduga karena sebelah Selatan Pulau memiliki kecepatan arus dan hampasan gelombang yang kuat sehingga menyebabkan abrasi yang parah jika dibandingkan dengan kawasan lain pada Pulau Topang.

Nilai Skewness (SKI). Berdasarkan hasil perhitungan nilai skewness sedimen permukaan dasar Pulau Topang, nilai skewness yang ditemukan terdiri dari 4 klasifikasi yaitu, very fine skewed, near symmetrical, very coarse skewed dan coarse skewed.

Sebelah Barat Pulau Topang memiliki sebaran partikel halus yang menggambarkan kecenderungan nilai skewness positif, sebaran fraksi lumpur mendominasi kawasan ini, sebaliknya Sebelah Selatan dan Timur

yang didominasi fraksi pasir cenderung menggambarkan nilai skewness negatif atau memiliki kecenderungan sebaran butir partikel kasar, kawasan ini memiliki kecepatan arus yang kuat dibandingkan dengan sebelah Barat Pulau Topang. Nilai skewness merupakan nilai yang digunakan untuk menentukan kecenderungan perubahan besar butir. Nilai skewness positif (+), menggambarkan kecenderungan kurva ke sebelah kanan dan kelebihan partikel-partikel halus. Nilai skewness negatif (-), menggambarkan kecenderungan kurva ke sebelah kiri dan menandakan kelebihan partikel-partikel yang lebih kasar (Rifardi, 2008b).

Nilai Kurtosis (KG). Nilai kurtosis sedimen permukaan dasar perairan Pulau Topang berkisar antara 0,71 – 1,78 Ø dengan klasifikasi puncak sangat datar (*very platycartic*), puncak datar (*platycartic*), puncak antara datar dan tajam (*mesocartic*) dan puncak tajam (*leptocartic*). Hasil analisis yang dilanjutkan dengan metode grafik oleh Folk dan Ward dalam Rifardi (2001b), didapat nilai kurtosis puncak datar (*platycartic*) cenderung tersebar pada bagian Utara dan Barat Pulau Topang yang menandakan sedimen terpilah buruk (*poorly sorted*). Nilai kurtosis puncak tajam (*leptocartic*) cenderung tersebar pada bagian Timur pulau yang menandakan sedimen terpilah baik.

Nilai kurtosis Selatan Pulau Topang cenderung menggambarkan kondisi yang berbeda sama halnya dengan nilai sorting, yaitu pada bagian yang mengarah ke Barat Daya tergolong nilai kurtosis puncak tajam (*leptocartic*) dengan nilai sorting terpilah buruk (*poorly sorted*) dan yang mengarah ke Tenggara Pulau Topang tergolong nilai kurtosis puncak datar (*platycartic*) atau terpilah sangat buruk (*very poorly sorted*).

Bahan Organik. Sebelah Selatan Pulau Topang memiliki kandungan bahan organik yang lebih tinggi dibandingkan kawasan Pulau Topang lainnya, kawasan ini memiliki kecenderungan sebaran fraksi lumpur, berbeda dengan sebelah Timur Pulau Topang yang cenderung memiliki sebaran fraksi pasir memiliki kandungan bahan organik yang relatif lebih rendah. Pada perairan berlumpur

cenderung mengakumulasi bahan organik yang terbawa aliran air, hal ini disebabkan oleh tekstur dan ukuran partikel yang halus memudahkan bahan organik terserap (Nybakken, 1988). Pada sedimen berlumpur cenderung lebih banyak mengandung bahan organik dibandingkan sedimen berpasir (Rifardi, 2001a).

SIMPULAN

Hasil penelitian sebaran fraksi sedimen dasar permukaan di daerah pantai Pulau Topang, ditemukan 2 fraksi sedimen secara umum yaitu pasir dan lumpur. Fraksi pasir mendominasi pada lokasi penelitian dengan dua tipe sedimen yaitu pasir berlumpur dan pasir dominan. Pola sebaran fraksi sedimen di perairan Pulau Topang dipengaruhi oleh gelombang dan arus pasang surut yang relatif kuat pada lokasi penelitian. Kandungan bahan organik seluruh stasiun tergolong relatif rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua Orangtua dan Sahabat yang selalu memberi semangat dalam terlaksana penelitian ini, kepada Kepala Desa Pulau Topang, Bapak dan Ibu Dosen yang selalu memberi dukungan, dan semua pihak yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, J.R.L. 1985. Principles of Physical Sedimentology. Published by Chapman and hall. London. UK. 272 hal.
- Darmadi. 2010. Analisis Proses Sedimentasi yang Terjadi Akibat Adanya Breakwater di Pantai Balongan Indramayu.
- Duxbury, A. B., Alyn, C. Duxbury and Keith A. Sverdrup. 2002. *Foundamental of Oceanografi 4th Edition*. Mc Graw Hill. New York.
- Rifardi. 2001a. Karakteristik Sedimen Daerah Mangrove dan Pantai Perairan

- Selat Rupert, Pantai Timur Sumatera, Majalah Ilmu Kelautan 21(IV):62-71.
- Rifardi. 2001b. Study of Sedimentology from the Sungai Masjid Estuary and its Environs in the Rupert Strait, the East Coast of Sumatera Island. Journal of Coastal Development. Research Intitute Diponegoro University. 4(2) 87-97.
- Rifardi. 2008a. Deposisi Sedimen di Perairan Laut Dangkal. Journal Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro.
- Rifardi. 2008b. Tekstur Sedimen; Sampling dan Ananlisis. Unri Press. Pekanbaru, 101 halaman.
- Rifardi. 2010. Ekologi Sedimen Laut Modern. Unri Press. Pekanbaru 145 hal.